中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）33(2)：95～108（1984）

水稻粒型對稻米市場品質之影響[1]

曾東海　鄧耀宗[2]

摘要：本試驗是以本省各地區之主要水稻栽培品種及新育成和引進品種（系），共 172 個樣品爲材料，分別以普通風選，Burrow's 風選機風選及鹽水選（sp. gr. 1.06）處理後，測量稻穀、糙米及白米之粒長、粒幅、粒厚及容積重，並計算其糙米率、白米率及完整米率，調查白米外貌品質（心白、腹白等），分析粒型對稻米市場品質之影響，並探討期作及地區與稻米品質之關係等問題，以供修訂稻米國家標準及水稻育種之參考，試驗結果摘述如下：

稻穀之粒型與糙米粒型、白米粒型之關係極密切。粒長與千粒重、粒幅與粒厚、粒幅與容積重、粒厚與容積重、糙米率與白米率、白米率與完整米率、粒幅與糙米率、粒厚與糙米率、容積重與糙米率成顯著正相關。粒幅與千粒重、粒厚與千粒重、粒幅與白米率、粒厚與白米率、容積重與白米率、糙米率與完整米率呈正相關。粒長與白米率、千粒重與容積重趨向於負相關。粒長與粒幅、粒長與粒厚、粒長與容積重、粒長與糙米率呈顯著之負相關。完整米率與穀粒特性、粒型與白米外貌品質間無顯著的相關關係。由這些相關性顯示較短、較寬厚的穀粒有較大的容積重及較高的糙米率，長粒型水稻之容積重的合格標準應較短粒型者爲低。糙米率高的品種，其白米率及完整米率也較高。

容積重及碾米率受栽培地點及期作之影響，稻穀選別程度亦影響容積重及碾米率，惟稻穀精選到某一程度以後，再進一步精選之效果變成不顯著。粳稻之稻穀容積重比糯稻重，但糙米容積重、白米容積重及碾米率不受胚乳性質影響。

由於品種改良及栽培技術的改進，水稻的單位面積產量逐年提高，例如本省每公頃平均糙米產量在1960年爲2,495公斤，1970年爲3,173公斤，1980年爲3,692公斤 (8)。同時由於生活水準提高，個人對稻米的消費量逐年下降，以國內市場爲例，每人每年稻米消費量由1960年之137.74公斤，降爲1970年之134.45公斤，至1980年更降爲106.49公斤 (6)。因此儘管人口不斷增加，稻米仍發生過剩現象。國外市場的變化亦相類似，許多原爲稻米生產不足的國家或地區，也都逐漸提高稻米產量而達到自給自足，甚而有餘糧出售，使國際稻米價格大幅下跌。國內倉容因稻米外銷不振而有不足之現象。爲解決這些問題，除應積極輔導稻田轉作之外，宜改變研究試驗政策，由過去之重量政策更改爲重質政策。

稻米品質可分稻米市場品質（market quality）與食用及烹調品質（cooking and eating quality）二類。市場品質包含碾米率（糙米率、白米率、完整米率）及白米外貌（粒型、透明度、心白、腹白、背白）等；影響烹調及食用品質之因素包含膠化溫度，顆粒性澱粉、蛋白質，膠體軟硬度等 (1)。稻米品質受許多因素影響，包括品種特性，栽培環境及氣候因素等，宜由各方面加以探討研究。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1151 號。本試驗承農發會補助，各區改良場提供試驗材料。本所劉研究員清進行統計分析，謹此致謝。

2.本所農藝系助理研究員、前副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

本省地處亞熱帶，稻作栽培品種包括秈、稉兩類型，市場上亦以該兩類型做爲品質區分之主要依據。惟爲改良稻作品種，近年來稻作育種學家正設法融合秈、稉稻之優點於一體，將來育成之新品種可能無法依現行國家標準分類分級，所以稻米品質之國家標準急待修正。本試驗以各主要稻作產區之栽培品種，及新育成之品系共 172個樣品爲材料，以研究（一）粒型對容積重及碾米率之影響。(二)地區、期作對容積重之影響，（三）粒型對白米品質之影響等爲目的，供稻作品質改良及修訂稻米國家標準之參考。

各國之稻米品質，多參酌該國的實際狀況，分別訂定稻米等級及其合格標準。在日本稻米分稉性水稻，稉性陸稻、糯性水稻、糯性陸稻四類，各類稻米按容積重，整粒率、形質、水份含量、被害粒、着色粒、異物等之高低，分別訂定各等級之合格標準。稻穀只分種子用及食用二種，糙米則分食用 4 等級及釀造用 3 等級（中央標準局提供未發表資料）。美國則按粒型分爲長粒型、中粒型、短粒型及混合型四類，每類按異種子、被害粒、紅米、白墨質米、混雜率等含量而分級，稻穀分七等級，糙米分六等級，白米分六等級[11]。菲律賓亦依粒長分成長粒型、中粒型、短粒型三類，再按純度、雜質、其他種子、白墨質米、未熟粒、被害粒、異種種子及水份含量等，分四等級[10]。

我國國家標準（CNS)[7]。亦訂有稻穀、糙米、白米之合格標準，所有稻穀適用同一標準，糙米則分短粒型（蓬萊及圓糯）及中長粒型（在來及長糯）二類，而白米則分非糯稉米、非糯秈米二類。在分級方面，稻穀（CNS 2423）依容積重分一等55.4公斤／公石（554g/l）二等53.2公斤／公石（532g/l）二等級，糙米（CNS 2424）依容積重、水份含量、整粒率、夾雜物、稻穀、石、屑米、有色粒、碎粒、異型種等含量分爲四等，同一等級除容積重依粒型分別訂其標準外，其他項目均一樣。白米（CNS 2425）依碾白度、水份含量、夾雜物、稻穀、石、小碎粒、被害粒、白墨質粒、大碎粒、異型粒等含量不同，分爲三等，同一等級之二類白米之合格標準除大碎粒之最高百分率不同外，其他項目均一致。目前國內市場除稻穀容積重外，並未依國家標準分等級。

本省一向以栽培短圓粒型之秈、稉稻爲主，直到民國六十三年一期作在中南部推廣嘉農秈 6 號等長粒型秈稻品種以後，才有長粒型秈稻品種之栽培。由於該等品種具有半矮性、多分蘗、不倒伏、抗病、抗蟲、豐產等優良特性，增產潛力甚高，故頗受農民歡迎。據農林廳統計，長粒型秈稻在民國六十六年之栽培面積占該年秈稻總面積之35%，而民國七十年則占58.74%[8]。長秈稻雖有上述許多優良特性，但其容積重較輕，不易達到每公石53.2公斤之國家標準，且糙米率較低，復因加工設備不能配合等因素，引起部分農會拒收長粒型秈稻，致農民與農會間常發生糾葛，糧商因而殺價收購長秈稻，農民的收益減少，農民失去栽培該品種之興趣。

宋[1]、黃[4]、楊[5]等學者的報告指出，稻穀粒長與容積重有負相關的關係，依據胡等[3]之試驗結果，長粒型秈稻雖經二次以上之風選後，其容積重都未能達到每公石53.2公斤之公糧檢驗合格標準；黃[4]更指出長粒型水稻因稻穀粒長而增加空隙量，導致單位容積重之降低，所以長粒型水稻不易達到每公石53.2公斤之合格標準，並非因稻穀不飽滿，而是由於穀粒特性所造成。

在美國、菲律賓等國家，多依粒長將稻米分類[9,10,11]，各國的分類基準並不一致，主要使用之分類基準如表 1，其中以糙米粒長爲依據的有美國農部、國際稻米研究所等，以白米粒長做依據的有本省[1]，世界糧農組織等，而菲律賓則同時採用兩種分類基準。宋[1]將本省之白米依粒長分爲超長（VL）、長（L）、中長（ML）、中等（M）、中短（MS）、短（S）等六類，而國外之分類，FAO 及 IRRI 分爲超長（VL）、長（L）、中等（M）、短（S）等四類，美國及菲律賓則分爲長（L）、中等（M）、短（S）等三類[9,10]。

Table 1. The grading scales for rice grain size.

Class	Taiwan (laboratory) scale (m.m.) for milled rice	USDA worker's scale (m.m.) for brown rice	IRTP-IRRI scale (m.m.) for brown rice	NFA of Philippines scale (m.m) for		FAO scale (m.m.) for milled rice
				brown rice	milled rice	
V. L.	over 7.50	—	over 7.50	—	—	over 7.50
L.	7.06-7.50	6.60-7.50	6.61-7.50	over 6.50	6.00and over	6.00-6.99
M. L.	6.61-7.06	—	—	—	—	—
M.	6.10-6.61	5.50-6.60	5.51-6.60	5.50-6.50	5.00-5.99	5.00-5.99
M. S.	5.51-6.10	—	—	—	—	—
S.	below 5.51	below 5.50	below 5.51	below 5.50	below 5.00	below 5.00

V. L. : Very long L : Long M. L. : Medium long M : Medium M. S. : Medium short S : Short.

材料與方法

一、試驗材料：

供試材料包含稉稻、秈稻及糯稻共172個樣品，因來源不同分爲A、B兩組。

A組：推廣品種由各區農業改良場提供，其中一期作有臺農67號、臺北 309號、新竹56號、臺南5號、臺南6號、高雄選1號、臺南秈15號、高雄秈7號、新竹糯4號等10品種，共17個樣品，二期作有臺農67號、臺北 309號、新竹56號、臺南5號、高雄選1號、臺東29號、新竹矮脚尖、臺中秈3號、臺中秈10號、高雄秈7號、菊仔、臺中糯46號等12品種，共23個樣品。一、二期作合計40個樣品。

B組：新育成品系包括（1）本所新育成，參加高級產量試驗之21品系及臺農67號、臺中秈3號、臺中秈10號等對照品種，共有24個樣品；（2）本所自國際稻米研究所引進之 108個品種（系）；總共有132個樣品。

二、試驗方法：

（一）粒型對容積重及碾米率之影響：

A組材料分別以（1）普通風選。（2）Burrow's風選機風選。（3）鹽水選（sp. gr. 1.06）等三種不同處理；而B組材料只經普通風選處理，處理後再以容積重測定器（日本木屋製作所製造）測量稻穀容積重。各處理之樣品以脫殼機（Satake testing husker）脫殼，測量糙米容積重，再以小型精米機（McGill miller）精米，並測量白米容積重。稻穀、糙米及白米均以粒型測定器（grain shape tester）測量其粒長、粒幅及粒厚度。最後根據資料計算糙米率、白米率及完整米率（head rice %）。

（二）地區、期作對容重量之影響：

由不同地點、不同期作收集到的同一品種的樣品，以前項方法獲得的資料分析地區，期作等對容積重、碾米率之影響。

（三）粒型對白米品質之影響：

白米品質調查項目包括透明度，腹白、心白、碎米率等，調查標準依照白粉色（chalkiness）在米粒中加深與擴大的程度各分爲六級（0－5）數目愈小，表示愈透明，腹白、心白亦愈少，品質愈佳[1,2]。

（四）稻米容積重測定法：

經風選或其他處理後之淸潔稻米，以容積重測定器測量之。測量時將漏斗全開，漏斗出口至容器上緣之距離固定爲 5 公分。

結 果

一、稻米粒型對其容積重與碾米率之影響：

（一）稻米粒長

調査供試之 A、B 兩組共172個樣品之稻穀及糙米之粒長，其長度分佈如表 2 與表 3，A組材料中，穀粒最長爲 9.88mm，最短爲 6.34mm，糙米粒長最長爲 7.20mm，最短爲 4.52mm, B 組材料中穀粒最長爲 10.56mm，最短爲 7.04mm，糙米粒長最長爲 7.91mm，最短爲 4.98mm。將試驗材料按糙米粒長分成長（>6.5mm），中（5.5～6.5mm）及短（<5.5mm）三種粒型，其粒長變域及平均值如表 4。

Table 2. Frequency distribution of paddy length for the experiment materials.

Materials	Paddy length (m.m.)									Total
	6.00 ≀ 6.50	6.51 ≀ 7.00	7.01 ≀ 7.50	7.51 ≀ 8.00	8.01 ≀ 8.50	8.51 ≀ 9.00	9.01 ≀ 9.50	9.51 ≀ 10.00	10.01 ≀ 10.50	
A	2	17	14	2	2	1	1	1		40
B			4	6	23	38	34	20	7	132
Total	2	17	18	8	25	39	35	21	7	172

Table 3. Frequency distribution of length of brown rice for the experiment materials.

Materials	length of brown rice (m.m.)							
	4.51～5.00	5.01～5.50	5.51～6.00	6.01～6.50	6.51～7.00	7.01～7.50	7.51～8.00	
A	26	9	2	1	1	1		40
B	1	3	23	50		21	1	132
Total	27	12	25	51	34	22	1	172

Table 4. Variation in grain length of the experiment materials.

Class*	Paddy length (m.m.)			Brown length (m.m.)		
	A materials	B materials	All materials	A materials	B materials	All materials
Long						
mean	9.65	9.54	9.55	7.10	6.90	6.91
Range	9.42–9.88	8.61–10.56	8.61–10.56	7.00–7.20	6.50–7.91	6.50–7.91
Medium						
mean	8.43	8.56	8.56	6.05	6.09	6.09
Range	8.14–8.77	7.36–9.27	7.36–9.27	5.87–6.39	5.47–6.49	5.47–6.49
Short						
mean	6.98	7.45	7.03	4.90	5.23	4.94
Range	6.34–7.90	7.04–8.02	6.34–8.02	4.52–5.39	4.98–5.45	4.52–5.45

*Scale (m.m.) for brown rice L>6.51 M：5.51—6.50 S<5.50.

(二) 稻穀、糙米、白米間粒型之相關關係：

稻穀之粒長、粒幅、粒厚與其糙米、白米等之粒長、粒幅及粒厚有極顯著之正相關關係，尤其是粒長，三者間之相關係數高達0.90—0.99（表 5）。比較三種不同篩選方法對相關係數之影響，以鹽水選材料所獲得之相關係數最高，其次是風選機處理過之材料，風鼓風選之材料所計算之相關係數最低。

Table 5. Correlation coefficients between grain size of paddy, brown and milled rices.

Characters correlated	A materials			B materials
	1[a]	2[b]	3[c]	1[a]
Grain length				
paddy and brown rice	0.9741**	0.9803**	0.9852**	0.9020**
paddy and milled rice	0.9531**	0.9851**	0.9792**	0.9060**
brown and milled rice	0.9724**	0.9912**	0.9858**	0.9608**
Grain width				
paddy and brown rice	0.8569**	0.9179**	0.9129**	0.8030**
paddy and milled rice	0.8643**	0.8153**	0.9051**	0.7677**
brown and milled rice	0.9370**	0.8494**	0.9286**	0.8741**
Grain thickness				
paddy and brown rice	0.8174**	0.6960**	0.8911**	0.7644**
paddy and milled rice	0.7461**	0.8188**	0.8746**	0.7469**
brown and milled rice	0.8133**	0.8490**	0.9261**	0.8787**

[a] Cleaning by winnowing fan.
[b] Cleaning by burrow's seed blower.
[c] Cleaning by salt water (specific gravity 1.06).
** Significant at 1% level.

（三）稻穀粒型對千粒重、容積重及碾米率之影響：

稻穀粒型與千粒重、容積重及碾米率之相關係數如表 6；稻穀粒長與粒幅、粒厚、容積重（包括

Table 6. Correlation coefficients between grain size and volume weight, 1000-grain weight, milling quality characteristics.

Characters correlated	A materials			B materials
	1[a]	2[b]	3[c]	1[a]
paddy length and				
paddy width	-0.622**	-0.7737**	-0.7736**	-0.6522**
paddy thickness	-0.4634**	-0.584**	-0.6330**	-0.4634**
1000-grain weight	0.5919**	0.5456**	0.4973**	0.5919**
volume weight of paddy	-0.4780**	-0.5680**	-0.6507**	-0.4334**
volume weight of brown rice	-0.6119**	-0.6974**	-0.6157**	-0.6119**
volume weight of milled rice	-0.7333**	-0.8351**	-0.5823**	—
brown rice (%)	-0.5818**	-0.6155**	-0.6652**	-0.5818**
milled rice (%)	-0.1921	-0.2166	-0.2644	-0.1921*
head rice (%)	0.0641	0.0143	-0.0035	—
Paddy width and				
paddy thickness	0.4983**	0.6936**	0.6428**	0.6596**
1000-grain weight	0.0392	-0.0654	0.0038	0.4593**
volume weight of paddy	0.6143**	0.6072**	0.5905**	0.1817*
volume weight of brown rice	0.5158**	0.5695**	0.5034**	0.1842*
volume weight of milled rice	0.4857**	0.7222**	0.5540**	—
brown rice (%)	0.5376**	0.4527**	0.4807**	0.1752*
milled rice (%)	0.3898*	0.2100	0.2674	0.1879**
head rice (%)	0.1668	0.1095	0.1463	—
Paddy thickness and				
1000-grain weight	0.0887	0.0544	0.0661	0.5261**
volume weight of paddy	0.3864*	0.4959**	0.4802**	0.1483
volume weight of brown rice	0.4615**	0.5895**	0.3804*	0.3316**
volume weight of milled rice	0.5380**	0.6471**	0.3804*	—
brown rice (%)	0.4360**	0.4759**	0.5312**	0.2044**
milled rice (%)	0.1479	0.2329	0.3257*	-0.0205
head rice (%)	-0.1604	-0.1679	-0.1535	—

[a] Cleaning by winnowing fan.
[b] Cleaning by burrow's seed blower.
[c] Cleaning by salt water (specific gravity 1.06).

* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

稻穀、糙米及白米）、及糙米率呈極顯著之負相關。稻穀粒長與其千粒重；稻穀粒寬與其粒厚、容積重（包括稻穀、糙米及白米）、及糙米率；稻穀寬度與容積重（包括稻穀、糙米及白米）及糙米率等呈正相關之關係。粒型與完整米率無顯著之相關關係。穀粒長度與稻穀容積重之相關關係如圖 1，其迴歸方程式爲 Y＝667.82－16.45X（r＝－0.5984）其中，Y 爲容積重 （g/l），X ，爲稻穀長度（mm）。

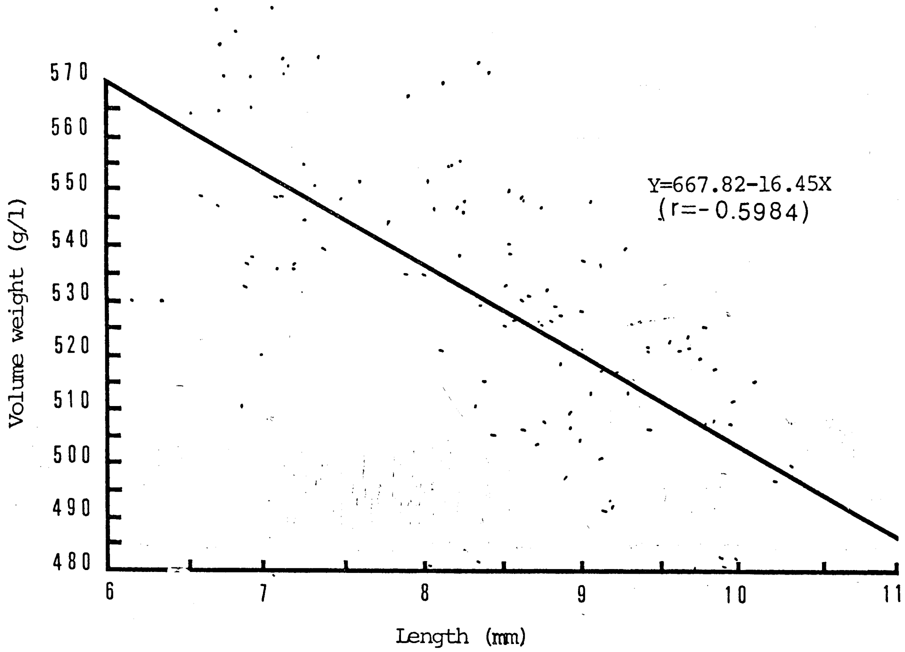

Fig. 1. Regression between volume weight and grain length of paddy rice.

（四）稻穀千粒重、容積重及碾米率之相關性：

稻穀千粒重與容積重、糙米率、白米率、完整米率間之相關係數如表 7；稻穀千粒重與容積重（包括稻穀、糙米、白米）呈負相關，而與糙米率、白米率、完整米率等無顯著性之相關關係。糙米率與白米率爲極顯著之正相關，糙米率與完整米率亦趨向於正相關，白米率與完整米率爲極顯著之正相關。

Table 7. Correlation coefficients between 1000-grain weight and volume weight, milling quality characteristics.

Characters correlated	A mateials			B mateials
	1[a]	2[b]	3[c]	1[a]
1000-grain weight and				
volume weight of paddy	-0.0820	-0.1005	-0.2554	-0.2563*
volume weight of brown	-0.3475*	-0.2085	-0.3623*	-0.0661
volume weight of milled	-0.4350**	-0.3572*	-0.2526	—
brown rice (%)	-0.1267	-0.1985	-0.2180	-0.1267
milled rice (%)	0.1558	0.1782	0.1124	0.1558
head rice (%)	0.1424	0.1062	0.0344	—

Characters correlated	A materials			B materials
	1[a]	2[b]	3[c]	1[a]
Brown rice (%) and				
milled rice (%)	0.7174**	0.7701**	0.7362**	0.8444**
head rice (%)	0.3530*	0.1978	0.2181	—
Milled rice (%) and				
head rice (%)	0.6460**	0.5122**	0.4518**	—
|r| 0.05	0.3139	0.3139	0.3139	0.1712
|r| 0.01	0.4131	0.4131	0.4131	0.2254

[a] Cleaning by winnowing fan.
[b] Cleaning by burrow's seed blower.
[c] Cleaning by water (specific gravity 1.06).
* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

（五）容積重對碾米率之影響：

容積重與碾米率間之相關係數列如表 8，稻穀、糙米、白米之容積重彼此間呈極顯著之正相關。稻穀及糙米之容積重與糙米率呈顯著之正相關，與白米率之相關關係則受供試材料之影響，分別呈不顯著，顯著或極顯著的正相關，容積重與完整米率間無顯著之相關關係。

Table 8. Correlation coefficients between volume weight and milling quality characteristics.

Characters correlated	A mateials			B mateials
	1[a]	2[b]	3[c]	1[a]
Volume weight of paddy and				
volume weight of brown rice	0.7924**	0.7024**	0.6792**	0.5602**
volume weight of milled rice	0.7239**	0.6644**	0.6333**	—
brown rice (%)	0.3701*	0.3166*	0.3538*	0.3694**
milled rice (%)	0.2456	0.2797	0.3633*	0.3346**
head rice (%)	-0.0954	-0.0853	0.1802	—
Volume weight of brown rice and				
volume weight of milled rice	0.8506**	0.8437**	0.7774**	—
brown rice (%)	0.4416**	0.4431**	0.5817**	0.4648**
milled rice (%)	0.2240	0.2783	0.4643*	0.3704**
head rice (%)	-0.2193	-0.2097	-0.0631	—

[a] Cleaning by winnowing fan.
[b] Cleaning by burrow's seed blower.
[c] Cleaning by water (specific gravity 1.06).
* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

（六）稻穀選別方法對容積重、千粒重、碾米率之影響：

以 A 組 40 個推廣品種之樣品爲材料，經由（1）普通風選（2）風精選（普通風選後，再以 Burrow's 風選機風選）（3）鹽水選（風精選後再以1.06濃度之鹽水選）等 3 種選種處理後，分別調查容積重、千粒重及碾米率，結果列於表 9 。三種不同之選別處理對稻穀千粒重、糙米千粒重及完整米率之影響不顯著，而對稻穀容積重、糙米容積重、白米容積重、白米千粒重、糙米率、白米率則達顯著或極顯著之影響，經鹽水選過之樣品可增加容積重及碾米率。

Table 9. The effect of different seed sorters on volume weight 1000-grains weight and grain quality.

Seed sorter	Select rate	Volume weight (g/l)			1000-grains weight (g)			Brown rice %	Milled rice %	Head rice %
		Paddy rice	Brown rice	Milled rice	Paddy rice	Brown rice	Milled rice			
Winnowing fan	100	550.65^{b}#	811,67^{c}	870.08^{b}	25.00^{a}	20.88^{a}	18.51^{b}	80.22^{b}	72.39^{b}	58.76^{a}
Burrow's seed blower	95.33	560.00^{a}	836.61^{b}	865.46^{b}	25.35^{a}	20.57^{a}	18.74^{b}	82.06^{a}	75.11^{a}	64.05^{a}
Water (sp. gr. 1.06)	88.16	564.34^{a}	856.91^{a}	884.04^{a}	25.63^{a}	21.02^{a}	19.41^{a}	82.06^{a}	75.47^{a}	59.86^{a}
F value		4.73*	30.20**	7.25**	1.26	1.30	5.29**	14.96**	40.87**	1.83

Means followed by the same letter are not significantly different.
* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

二、期作與地區對容積重及碾米率之影響：

以臺農67號在高雄、新竹、羅東、花蓮、臺東等 5 地區，兩期作共10個樣品，就其容積重與碾米率之資料行變方分析，結果如表10。除了糙米率之不同期作間差異，及其與地區之交感效應不顯著外，其他在地區間，期作間及其交感效應皆有極顯著的差異，顯示栽培條件影響容積重及碾米率。一般而言，臺灣西部稻米之容積重比臺灣東部者爲重，但糙米率及白米率受地區之影響較小。期作方面以第一期作之容積重較大，但在白米率及完整米率方面以第二期作者較高。

Table 10. The volume weigth and grain quality of Tainung 67 variety at 5 locations and in 2 crops.

Location and Crop		Volume weight (g/l)			Brown rice %	Milled rice %	Head rice %
		Paddy rice	Brown rice	Milled rice			
Locations	Kaohsiung	559.2^{c}#	823.8^{b}	879.6^{b}	80.64^{b}	72.29^{b}	65.89^{b}
	Hsinchu	579.3^{a}	843.6^{a}	890.1^{a}	82.36^{a}	74.33^{a}	63.23^{c}
	Lotung	519.6^{e}	788.0^{d}	871.3^{c}	80.29^{b}	70.37^{b}	48.49^{e}
	Hualien	543.1^{d}	808.5^{c}	864.0^{d}	80.33^{b}	72.21^{b}	52.94^{d}
	Taitung	573.6^{b}	809.1^{c}	872.8^{c}	80.65^{b}	73.02^{b}	67.20^{a}

Location and Corp		Volums Weight (g/l)			Brown rice	Milled rice	Head rice
		Paddy rice	Brown rice	Brnonr hice	%	%	%
	F. value	755.5**	100.7**	45.9**	4.30*	12.80**	510.90**
Crops	1st Crop	557.1	828.9	886.2	80.85	71.98	53.12
	2nd Crop	552.8	800.3	864.8	80.86	73.14	66.37
	F. value	29.7**	242.8**	272.0*	0.00^{ns}	10.32**	1600.00**
L X C	F. value	97.5**	32.8**	121.8**	2.76^{ns}	6.76**	562.38**

Means followed by the same letter are not significantly different.
* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

三、粒型對白米品質之影響：

以A組（推廣品種）40個樣品調查其白米之透明度、心白、背白、腹白等白米外貌品質，除了糯稻品種外，其餘38個樣品在透明度方面屬於 3 級的有32個，4 級的 2 個，5 級的 2 個。在心白方面屬於 0 級的有16個，1 級的19個，2 級的 3 個。背白方面屬於 0 級的37個，1 級的 1 個。在腹白方面屬於 0 級的 2 個，1 級的13個，2 級的10個，3 級的 8 個，5 級的 5 個。由此結果顯示，目前臺灣主要推廣品種，在白米外貌品質方面，以腹白這一項的品種間差異較大，惟從本資料並無法看出粒型與白米外貌品質之相關性。

四、胚乳性質對容積重及碾米率之影響：

以本所高級產量試驗 4 個糯稻品系及與其粒型相近之 4 個非糯稻品系，就其稻穀容積重、糙米容積重、糙米率、白米率等比較分析，結果如表11。由表11得悉，在相近之粒型間，糯稻之稻穀容積重顯著地較非糯稻輕，但糙米容積重，糙米率及白米率兩者間沒有顯著的差異。

Table 11. The effect of different seed sorters on volume weight, 1000-grains weight and grain quality.

Seed sorter	Select rate	Volume weight (g/l)			1000-grains weight (g)			Brown rice %	Milled rice %	Head rice %
		paddy	Brown rice	Milled rice	Paddy rice	Brown rice	Milled rice			
Winnowing fan	100	550.65^{b}#	811.67^{c}	870.08^{b}	25.00^{a}	20.68^{a}	18.51^{b}	80.22^{b}	72.39^{b}	58.76^{a}
Burrow's seed blower	95.33	560.00^{a}	836.61^{b}	865.46^{b}	$25\ 35^{a}$	20.57^{a}	18.74^{b}	82.06^{a}	75.11^{a}	64.05^{a}
Water (sp. gr. 1.06)	88.16	564.34^{a}	856.91^{a}	884.04^{a}	25.63^{a}	21.02^{a}	19.41^{a}	82.06^{a}	75.47^{a}	59.86^{a}
F value		4.73	30.20**	7.25**	1.26	1.30	5.29**	14.96**	40.87**	1.83

Means followed by the same letter are not significantly different.
* Significant at 5% level.
** Significant at 1% level.

討 論

依據本試驗的結果，稻穀粒型、糙米粒型與白米粒型之間有極高的正相關（表 5），三者互相之間的相關係數，粒長爲0.95～0.99，粒幅爲0.81～0.94，粒厚爲0.70～0.93都達極顯著的水準，同時三種粒型之粒長、粒幅及粒厚與容積重、碾米率等之相關係數都很相似。

容積重是水稻之重要性狀，依據本試驗結果，稻穀容積重因粒長、粒幅、粒厚不同而變異。容積重與穀粒長呈極顯著之負相關，此與宋(1)，黃(4) 與楊(5) 等之報告相似。稻穀容積重因穀粒長度增加而降低，長粒型水稻之容積重較輕，係因空隙量較大而非結實不飽滿所致 (4) 。因此不同粒型應分別訂定其容積重之合格標準，宋(1)與胡等(3)亦曾提出相同的結論。容積重與粒幅，粒厚呈正相關，黃(4)與楊(5)亦有類似的報告，其中以粒幅之影響較大，表示穀粒之寬度或厚度增加時，其容積重也相對地增加。由此結果推測，增加稻穀容積重的方法有二，一爲縮短粒長，一爲增加粒幅或粒厚，即選拔短圓型稻米有益於容積重之增加。

由上述容積重與穀粒長之關係，以平均穀粒長推算容積重之結果列於表12。以一般農民慣行之風選機（風鼓）風選（相當於處理 1），只有短粒型品種的稻穀容積重可以達到 532g/l 的國家標準，其他中、長粒型之稻穀容積重約比短粒型分別輕 5 %及 7.5%，中粒型品種僅限於用鹽水選等特別處理的條件下，方能達到國家標準，而長粒型品種旣使用鹽水選亦達不到國家標準容重量。表示稻穀容積重應依穀粒長度之不同，分別訂定其合理的標準，即 Y＝667.82－16.45X ，則稻穀平均容積重短粒型爲 552g/l ，中粒型爲 527g/l ，長粒型爲 510g/l。

Table 12. Mean volume weight of paddy suggested by grain length.

Grain length	Mean of paddy length (x) m. m.	Volume weight of paddy (y) g/l				
		All materials (n=172) [a]	A materials (n=40) [a]	A materials (n=40) [b]	A materials (n=40) [c]	B materials (n=132) [a]
Long	9.547	510.763	516.209	516.301	528.600	510.748
Medium	8.556	527.066	530.639	534.693	544.414	526.554
Short	7.030	552.169	552.859	563.014	568.766	550.894
Regression equation		667.816-16.451 x	655.223-14.561 x	693.484-18.559 x	680.951-15.958 x	663.021-15.95 x
correlation cofficients		−0.5984	−0.4780	−0.5680	−0.6507	−0.4334

[a] Cleaning by winnowing fan.
[b] Cleaning by burrow's seed blower.
[c] Cleaning by water (specific gravity 1.06).

理論糙米容積重爲 Y＝929.883－22.244X ，換算短粒型糙米平均容積重爲 820g/ℓ，中粒型爲 795g/l ，長粒型爲 776g/l (表13) 。此結果較宋(1)所估算之稻穀容重量略輕 [1] ，但比現行稉稻容積重標準略高。

Table 13. Mean volume weight of brown rice suggested by grain length.

Grain length	Mean of paddy length (x) m. m.	Volume weight of paddy (y) g/l				
		All materials (n=172) [a]	A materials			B materials (n=132) [a]
			(n=40) [a]	(n=40) [b]	(n=40) [c]	
Long	6.910	776.177	755.924	770.872	775.818	795.831
Medium	6.085	794.528	781.320	793.427	799.491	806.996
Short	4.900	819.998	816.565	824.731	832.347	822.491
Regression equation		929.993-22.244x	968.628-30.782x	959.791-27.340x	974.100-28.695x	889.344-13.533x
correlation cofficients		−0.6457	−0.6977	−0.6875	−0.6106	−0.4477

[a] Cleaning by winnowing fan.
[b] Cleaning by burrow's seed blower.
[c] Cleaning by water (specific gravity 1.06).

碾米率是稻米市場品質重要指標之一，包含糙米率、白米率及完整米率三項。粒型影響碾米率的情形，依據本試驗的結果，穀粒長度與糙米率呈極顯著的負相關，與白米率呈顯著或接近顯著的負相關，顯示長粒型水稻之糙米率及白米率較低，此與宋(1)、黃(4) 與楊(5) 等之研究結果相似。穀粒寬度與厚度對糙米率及白米率的影響，因測試材料不同而有不同程度之正相關，顯示某些品種（系）因穀粒厚度或寬度增加而顯著地提高糙米及白米率，而對另一部分品種（系）的影響却不顯著。完整米率與穀粒之長、寬、厚的相關係數均未達顯著水準，顯示完整米率與粒型無明顯的關係存在，而受其他因素（如氣候、調製、貯存等）之影響較大。由這些結果顯示，縮短粒長及增加粒幅或粒厚，將可增加糙米率及白米率，但不一定能改善完整米率，所以在育種時若選拔粒長較短，粒幅較寬厚的個體或系統，可增加糙米率及白米率。糙米率、白米率與容積重呈正相關，顯示容積重較重的品種，其糙米率與白米率亦較大。完整米率與容積重則無顯著的相關係存在。糙米率與白米率、完整米率呈正相關，白米率與完整米率亦呈正相關，顯示糙米率高的品種，其白米率及完整米率亦高，所以糙米率可做爲碾米率的指標，育種時可以着重於糙米率之選拔。

千粒重爲水稻品種之重要農藝性狀，依據本試驗的結果，千粒重與粒長呈極顯著的正相關，顯示粒長愈長其千粒重愈重。千粒重與粒幅、粒厚之關係，因材料不同而異，在A組材料中，三種處理之相關係數都極小，而B組材料中則爲極顯著的正相關，此差異可能是A組材料中屬於短粒型的較多，中、長粒型的較少（表2、3），而B組材料中屬於短粒型的較少，中、長粒型的較多。表示中、長粒型品種之千粒重受粒幅、粒厚之影響較大。千粒重與容積重之間有顯著或不顯著的負相關，宋(1)報告同一品種內容積重愈重，千粒重就愈重；因爲千粒重與容積重的關係在品種內與品種間的表現不一致，同一品種當其千粒重愈重時，其容積重愈重，而不同品種間其容積重因受粒型的影響，千粒重較重的品種若粒型較長可能反而較輕。千粒重與碾米率間無顯著之相關關係。

臺農67號在高雄、新竹、羅東、花蓮、臺東等5個地點之平均容積重第一期作高於第二期作，白米率及完整米率却以第二期作較第一期作爲高，而糙米率兩期作間差異並不顯著。在地點間的差異，

不論容積重或碾米率均達顯著水準（表10）。此結果顯示栽培環境會影響容積重及碾米率。因此，改善稻米品質除了選育具有優良米質之水稻品種外，必須配合栽培環境與栽培技術的改進。

此外，以主要推廣品種爲材料之40個樣品，調查其白米透明度、心白、背白、腹白等外貌品質之結果，樣品間之變異以腹白較大，從最好到最壞的都有，透明度多半屬於中級（3級），而心白與背白較少，多半屬於0或1級，顯示本省現行推廣品種的外貌品質，須針對透明度與腹白加以改善，尤其是腹白。至於粒型與白米外貌品質的關係雖在本試驗中獲得肯定，但短圓型水稻之腹白有較多之趨勢。

稻穀之容積重及碾米率可因精選而獲得提高，不論容積重或糙米率及白米率，均以濃度1.06鹽水選者最大。

初步以粒型相似之糯稻與非糯稻之容積重與碾米率資料（表11）顯示，稻穀容積重受胚乳性質（糯性與非糯性）影響極顯著，即非糯稻穀的容積重較重，此結果與日本將糯稻之容積重的合格標準訂定得比粳稻（非糯性）低（每公升少10公克）相似。但兩者間之糙米容積重、糙米率及白米率並無顯著之差異，其眞正原因尚待做更進一步的試驗。

參考文獻

1.宋勳。1976。臺灣長粒型秈稻品質之探討。臺灣農業12（3）：98～105。

2.宋勳。1978。稻米品質劃分之可行性。臺中區農業改良場研究彙報第2號：26～31。

3.胡承漈、楊嘉文。1978。長粒型秈稻品種容重量與碾米率之調查。臺灣農業14（2）75～83。

4.黃貞生。1979。臺灣秈稻栽培面積之減少及其原因之探討。中華農學會報106：52～61。

5.楊遜謙。1982。長粒型秈稻穀粒形狀對容重量及碾米率影響之研究。中華農業研究31（3）：187～190。

6.趙致康、康有德，1982。稻田利用之調整。 刊載於中華民國農學團體71年聯合年會綜合議題討論資料。 中華民國農學團體七十一年聯合年會籌備委員會編印，pp. 1～2. 。

7.中央標準局。中華民國國家標準 CNS 2423, 2424, 2425, 2426, 3491, 3492, 3493. 。經濟部中央標準局印行。

8.農林廳。1981。臺灣農業年報。 pp. 2-9. .

9. Cristobal, C. Paddy and milled rice grading. SQAD/DTRE, National Food Authority, Quezon City, Philippines. 39pp.

10. International Rice Research Institute. 1980. Descriptors for rice (*Oryza sativa* L.). IRRI, Los Bahos, Philippines. 21pp.

11. United States Department of Agriculture. 1979. USDA grade standards for food and farm products. Sections 68. 201-213, 68. 251-264, 68. 301-316. USDA Food Safety and quality service, Agriculture Handbook No. 533.

Effects of Grain Shape on the Market Quality of Rice

T. H. Tseng and Y. C. Teng

Summary

The main purpose of this experiment was to study the relationship between market qualities and grain characteristics. A total of 172 samples, including cultivated varieties from different localities and newly selected strains from TARI, were used in this study. The results were summarized as follows :

The grain size between paddy, brown and milled rices were positively correlated. The grain length and 1000-grains weight, grain width and grain thickness, grain width and volume weight, grain thickness and volume weight, brown rice (%) and milled rice (%), milled rice (%) and head rice (%), grain width and brown rice (%), grain thickness and brown rice (%) and volume weight and brown rice (%) were positively correlated. However, the grain width and 1000-grains weight, grain thickness and 1000-grains weight, grain width and milled rice (%), grain thickness and milled rice (%), volume weight and milled rice (%), brown rice (%) and head rice (%) did not show the same tendency. The correlation coefficients of grain length and milled rice (%), 1000-grains weight and volume weight tend to have negative correlation. The grain length and grain width, grain length and grain thickness, grain length and volume weight, grain length and brown rice (%) were negatively correlated. No significant correlation was found for head rice (%) and grain characteristies, grain shape and grain appearance. The results indicated that shorter and thicker grains have larger volume weight and higher recovery of brown rice. The long grain varieties tend to have lower volume weight than short grain varieties.

The volume weight and milling rate were affected by locatities and crops as well as the degree of cleanliess. Non-glutinous rice has higher paddy volume weight than glutinous rice, but the volume weight of brown rice, milled rice and milling rate were not affected by the type of endosperm.

---

1. Contribution No. 1151 from the Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Assistant plant breeder and former plant breeder, respectivety. Department of Agronomy, TARI, Wu-feng, Taichung, Taiwan, 431, ROC.